

## Résumé

Afin de tenter de lutter contre un sérieux ravageur du cacaoyer dans le Pacifique Sud, une enquête sanitaire a été effectuée en 1992 et en 1993 dans les deux îles principales des Fidji. Un fort pourcentage de larves d'*Adoretus versutus* sont atteintes par un entomopoxvirus. En 1992, il a été identifié sur l'île de Vanua Levu alors qu'il était absent sur celle de Viti Levu. En 1993, il a été observé sur les deux îles. Ce virus apparaît être un agent naturel de mortalité d'*A. versutus* intervenant de façon efficace dans la régulation des populations larvaires.

## Abstract

In an attempt to control a serious cocoa pest in the South Pacific, a phytosanitary survey was carried out in 1992 and 1993 on the main two islands of Fiji. A high percentage of *Adoretus versutus* larvae were seen to be affected by an entomopoxvirus. In 1992, it was identified on the island of Vanua Levu, whereas it was absent from Viti Levu. In 1993, it was observed on both islands. This virus seems to be a natural killer of *A. versutus*, effectively regulating larva populations.

## Resumen

Con miras a intentar controlar una plaga muy dañina del cacao en el Pacífico Sur, se realizó una encuesta sanitaria en 1992 y 1993 en las dos islas principales de Fiji. Un fuerte porcentaje de larvas de *Adoretus versutus* están afectadas por un entomopoxvirus. En 1992, este se identificó en la isla de Vanua Levu mientras que estaba ausente en la isla de Viti Levu. En 1993, se ha observado en las dos islas. Este virus resulta ser un agente natural de mortalidad de *A. versutus* que interviene de manera eficaz en la regulación de las poblaciones larvales.

Se puede encargar a la revista una traducción en español de este artículo.


# Contrôle d'un ravageur, *Adoretus versutus*, par un entomopoxvirus, aux îles Fidji

Beaudoin L.<sup>1</sup>, Robert P.<sup>2</sup>, Lal S.N.<sup>3</sup>, Decazy B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIRAD-CP, Avenue du Val de Montferrand, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

<sup>2</sup>INRA station de recherches de lutte biologique, La Minière, 78285 Guyancourt Cedex, France

<sup>3</sup> Ministry of Primary Industries, Forestry and Cooperatives, Koronivia Research Station, PO Box 77, Nausori, Republic of Fiji

 Fidji est un archipel volcanique du Pacifique Sud ; les deux plus grandes îles, Viti Levu et Vanua Levu représentent 87 % de la superficie totale du pays (carte). L'économie essentiellement agricole (85 % des exportations et 47 % des emplois en 1988) est fortement tributaire des exportations de sucre.

Le cacaoyer (*Theobroma cacao*) y apparaît comme une culture secondaire, il contribue à la diversification des cultures et assure un revenu aux paysans. En accord avec les objectifs de développement du gouvernement fidjien, l'aide de la Communauté Européenne a participé à des micro-réalisations axées sur la production de cacao.

Les producteurs de cacao sont principalement de petits planteurs. D'après le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de la Forêt des îles Fidji, des financements sont prévus pour la création et la réhabilitation de 2000 ha de cacaoyères entre 1993 et 1997, puis de 4000 ha entre 2003 et 2012 (Penney, 1992).

## L'insecte ravageur

Les adultes d'*Adoretus versutus* Har. (Coleoptera : Scarabaeidae : Rutelinae) sont des défoliateurs qui peuvent causer d'importants dégâts (photo 1) :

- en pépinière et dans les jeunes plantations de cacaoyers,

- sur des cultures variées (*Barringtonia edulis*, *Coffea* spp., *Dioscorea* sp., *Hibiscus manihot*),
- sur des plantes ornementales (*Acalypha wilkesiana*, *Alphitonia zizyphoides*, *Bauhinia* sp., *Bougainvillea spectabilis*, *Hibiscus tiliaceus*, *Lagerstroemia indica*, *Poinciana regia*, *Pometia pinnata*, *Terminalia catappa*, *Zinnia elegans*), (Beaudoin, 1992 ; Swaine, 1971 ; Veitch, 1924 ; Greenwood, 1929, 1940).

En 1919, Veitch signale qu'aux Fidji les larves attaquent les bourgeons des jeunes plants de canne à sucre.

Les dégâts de l'insecte sont caractéristiques et donnent aux feuilles attaquées un aspect de dentelle (photo 2).

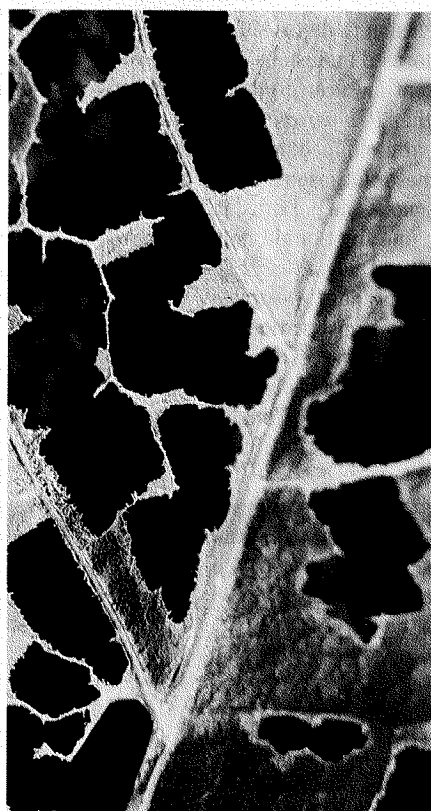
Les adultes mesurent 12 à 13 mm de long et 6 mm de large (photo 3). D'activité nocturne, ils se nourrissent principalement durant les premières heures de la nuit. Au lever du jour, ils s'enfouissent dans le sol, à 5-10 cm de profondeur, de préférence dans des zones enherbées.

Les larves se trouvent dans tous les types de sols (Veitch, 1919) dans lesquels le cycle biologique se déroule. Aux Fidji, les oeufs éclosent au bout d'environ 7 jours en février (Lever, 1945). La durée de développement larvaire (photo 4) est de plus de 120 jours et la nymphose dure environ 10 jours (en mars). Les larves se nourris-

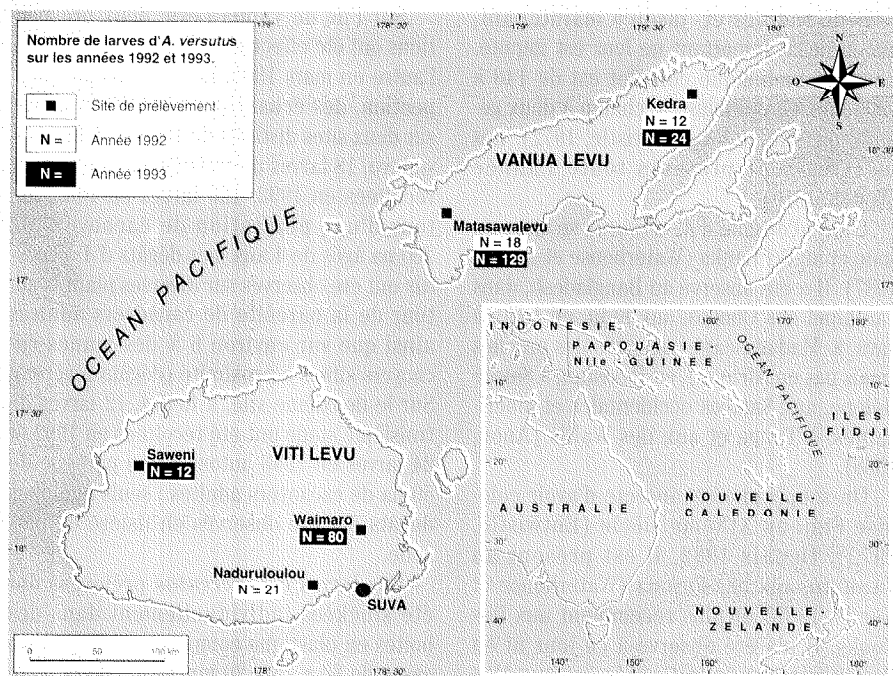




**Photo 1.** Cacaoyers attaqués par *Adoretus versutus*.  
Adult cocoa trees attacked by *Adoretus versutus*



**Photo 2.** Dégâts d'*Adoretus versutus* sur feuille de cacaoyer.  
*Adoretus versutus* damage on cocoa leaf



**Photo 3.** *Adoretus versutus* : imago  
*Adoretus versutus*: imago



**Photo 4.** Larves du troisième stade d'*Adoretus versutus*  
Third instar *Adoretus versutus* larvae

Photos L. Beaudoin



sent de racines et, jusqu'à maintenant, aucun dégât important ne leur est imputé. Le cycle biologique complet est de 140 à 190 jours, ce qui laisse le champ à deux générations annuelles (Entwistle, 1972). Les insectes sont présents toute l'année (Veitch, 1919).

L'aire d'origine d'*A. versutus* se situe en Inde et au Sri Lanka (Waterhouse et Norris, 1987). Il a été observé au Bangladesh, dans l'archipel des Chagos, aux Fidji, en Inde, à Java, à Madagascar et dans les îles proches (mais pas en Afrique), au Pakistan, à Sainte Hélène, aux Samoa occidentales et américaines, à Tonga et aux îles Wallis (Anon, 1968).

On soupçonne cet insecte d'avoir colonisé Fidji au XIX<sup>e</sup> siècle (Entwistle, 1972). Depuis 1982, il est présent au Vanuatu, aux îles Futuna (Waterhouse et Norris, 1987) et plus récemment aux îles Cooks. Il n'a été observé à ce jour ni en Papouasie-Nouvelle-Guinée, ni aux îles Salomon.

Aux Fidji, les conséquences de l'alimentation de l'insecte sur les cacaoyers adultes sont négligeables, mais les plants n'ayant pas atteint 18 mois peuvent subir de graves dégâts et mourir (Entwistle, 1972).

Afin d'isoler d'éventuels agents naturels de mortalité d'*A. versutus*, une enquête sanitaire a été réalisée. Cet article présente les résultats de prospections effectuées sur les deux îles principales de Fidji, Vanua Levu et Viti Levu. Les résultats exposés sont ceux obtenus à un an d'intervalle, respectivement en 1992 et 1993.

## Le virus : prospections et observations

Les prospections réalisées ont consisté à effectuer des prélèvements dans cinq localités plantées en cacaoyers. Les échantillons sont prélevés en creusant le sol à une profondeur de 10 cm.

En mars 1992, sur l'île de Viti Levu, un échantillon de 21 larves de troisième stade a été collecté dans une zone enherbée, à proximité d'une plantation de cacaoyers âgés de 4 ans, à la station de recherche de Naduruloulou.

En mars 1993, des prélèvements ont été réalisés, l'un sur le site de Saweni (12 larves de troisième stade), l'autre sur le site de Waimaro (80 larves de troisième stade). Les dégâts observés sur les jeunes plants de cacaoyers et les plantes ornementales alentour étaient importants, comparés à ceux observés sur les cacaoyers adultes de la plantation.

Sur l'île de Vanua Levu, deux prospections ont été effectuées, l'une en mars 1992, l'autre en mars 1993. Lors de chaque prospection, des échantillons ont été prélevés sur deux sites distants de 150 km. A Matasawalevu, 18 larves de troisième stade ont été récoltées en 1992, 129 larves en 1993, autour d'une plantation de cacaoyers de 200 ha âgés de 4 ans. Les dégâts d'*A. versutus* ont été observés sur diverses plantes autour de la parcelle de cacaoyers adultes ainsi que sur environ 6 % des jeunes cacaoyers situés à proximité (dégâts sévères). Sur le deuxième site, à Kedra, 12 larves de troisième stade ont été récoltées en 1992 et 24 larves en 1993 autour d'une parcelle de 50 ha de cacaoyers adultes ; seuls quelques dégâts ont été observés en lisière de parcelle.

Ces larves d'*A. versutus* prélevées ont été stockées individuellement dans des boîtes en plastique compartimentées (4 x 5 cases de 30 x 25 x 20 mm) avec de la terre et une rondelle de carotte comme source alimentaire, puis envoyées à la station de recherches de lutte biologique de l'INRA de La Minière en 1992 et au laboratoire du CIRAD de Montpellier en 1993 pour être mises en quarantaine dans le but d'isoler divers agents de mortalité du ravageur.

À la réception, les larves ont été placées individuellement dans des boîtes cylindriques fermées, en polystyrène de 80 cm<sup>3</sup> (D 50, H 40 mm), remplies aux deux tiers de tourbe humidifiée et maintenues à une température de 23-24° C et à une humidité relative de 70 %. Les contrôles effectués chaque semaine permettaient d'observer les larves et de renouveler l'aliment constitué par des rondelles de carotte.

Pour chacun des sites, le nombre d'imagos parfaits ayant émergé a été noté (tableau 1).

Des prélèvements de tissu adipeux et d'hémolymphe ont été pratiqués sur des

larves mourantes. Les préparations microscopiques ont été colorées au bleu de méthylène de Loeffler puis observées en microscopie optique.

## Une mortalité élevée, une épidémie en expansion

Certaines larves prélevées en 1992 à Vanua Levu présentaient, plus particulièrement au niveau du pygidium, un reflet gris bleuté et étaient peu actives, alors que les larves de Viti Levu s'alimentaient, n'avaient pas cette modification de couleur et étaient actives. Ces symptômes ont été observés en 1993 sur des larves prélevées dans les deux îles. Des prélèvements de tissu adipeux et d'hémolymphe pratiqués sur des larves mourantes montrèrent, à l'examen microscopique, un grand nombre d'inclusions fusiformes de tailles variables ainsi que des corps d'inclusion ellipsoïdes (photos 5 a et b). Ces deux types d'éléments sont caractéristiques de certains *Poxviridae* des *Scarabaeidae*.

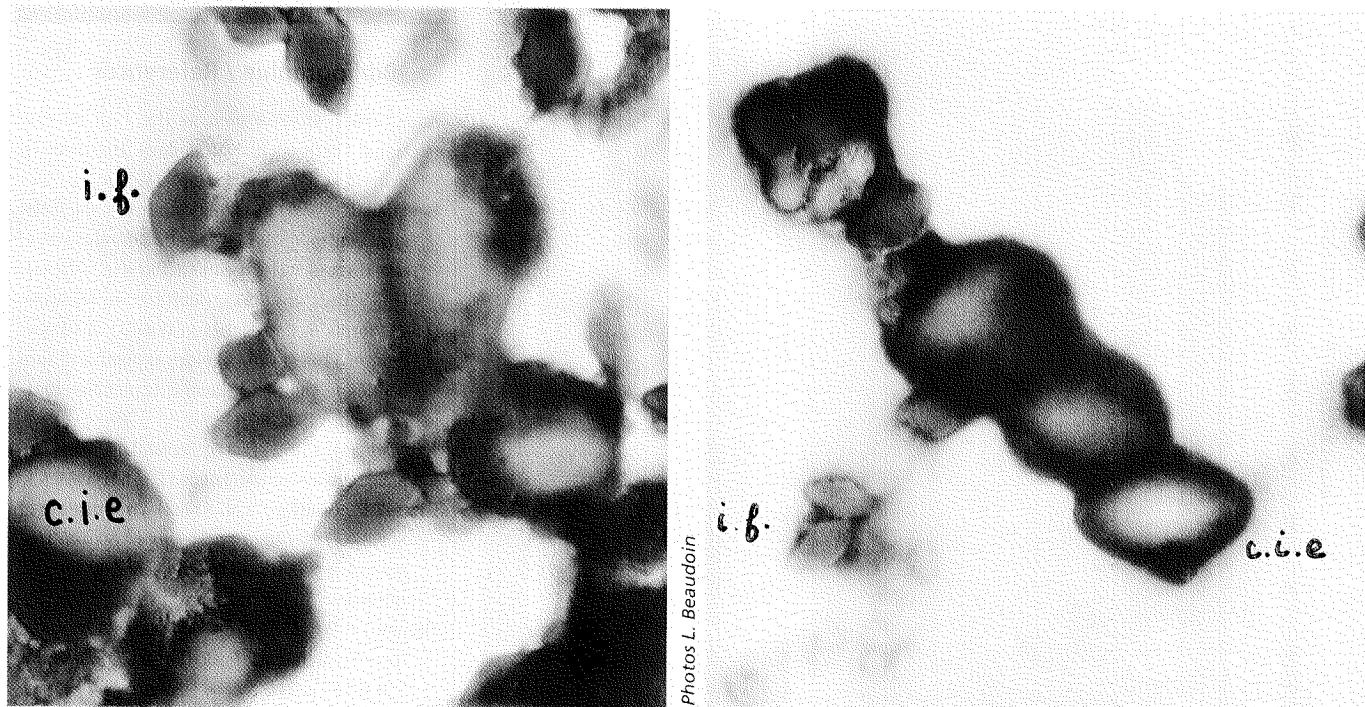
Comme pour *P. horticola*, à l'examen microscopique, on observe chez *A. versutus* des amas constitués de quelques corps d'inclusion et de fuseaux. Chez *A. versutus*, les corps d'inclusions sont ellipsoïdes et peuvent mesurer jusqu'à 20 x 12 µm alors que chez *P. horticola*, ces corps ont une forme parallélépipédique, à extrémités arrondies, mesurant jusqu'à 25 x 6 µm. Pour ces deux souches de poxvirus, la taille des fuseaux va d'une fraction de micron à environ 10 µm chez *A. versutus* ; ils sont légèrement plus petits chez *P. horticola*.

Les observations pathologiques concernant les larves suivies pendant 3 mois sont résumées dans le tableau 1 et les figures 1 et 2. Bien que l'analyse porte sur de petits échantillons en 1992, nous constatons une

Tableau 1. Bilan de la quarantaine. — Quarantine results

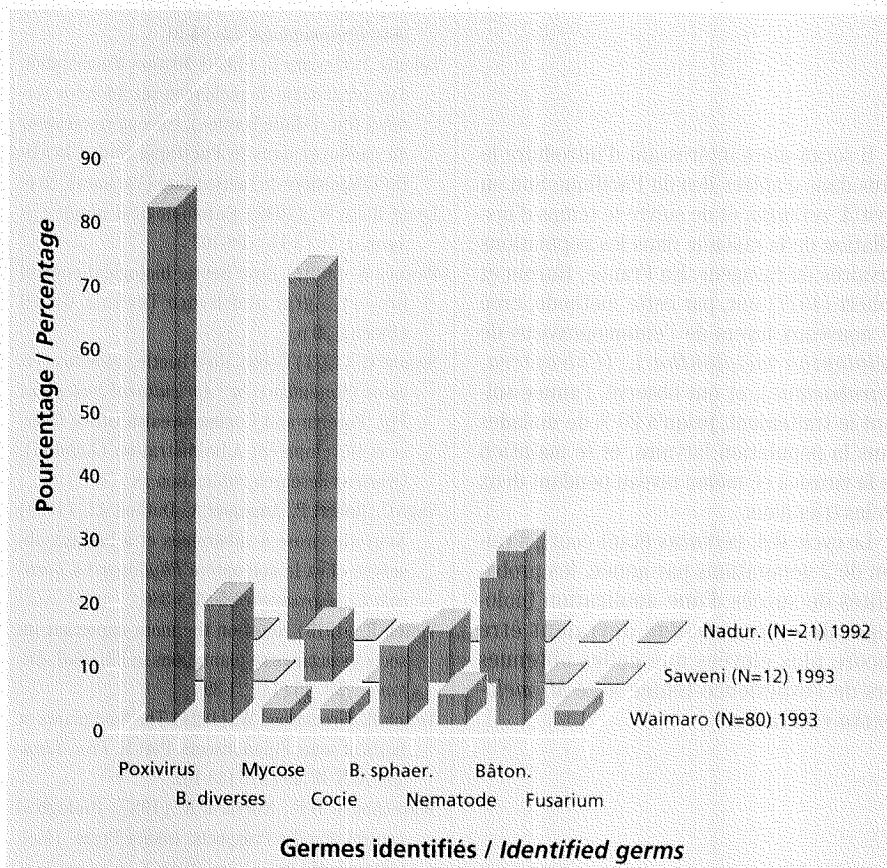
	Effectif des larves		Nombre d'imagos parfaits		Nombre de poxvirus observés	
	Number of larvae		Number of perfect imagos		Number of larvae affected by poxviruses	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993
<b>Viti Levu</b>						
Naduruloulou	21	-	9	-	0	-
Saweni	-	12	-	4	-	0
Waimaro	-	80	-	5	-	65
<b>Vanua Levu</b>						
Kedra	12	24	0	0	11	16
Matsawalevu	18	129	0	0	15	108





**Photo 5 (a-b).** Entomopoxvirus isolé chez *A. versutus* des îles Vanua Levu (A) et de Viti Levu (B) et montrant des inclusions fusiformes (i.f.) et corps d'inclusions ellipsoïdes (c.i.e) caractéristiques de certains *Poxviridae* des *Scarabaeidae*.

Entomopoxvirus isolated in *A. versutus* from the islands of Vanua Levu (A) and Viti Levu (B), revealing tapered inclusions (i.f.) and ellipsoid inclusion bodies (c.i.e.) typical of certain *Poxviridae* of *Scarabaeidae* and nucleus spindles



**Figure 1.** Enquête sanitaire Fidji Viti Levu, population totale  
Phytosanitary survey on Viti Levu in Fiji, total population

forte mortalité (87 % de la population) des larves provenant de Vanua Levu provoquée par la virose.

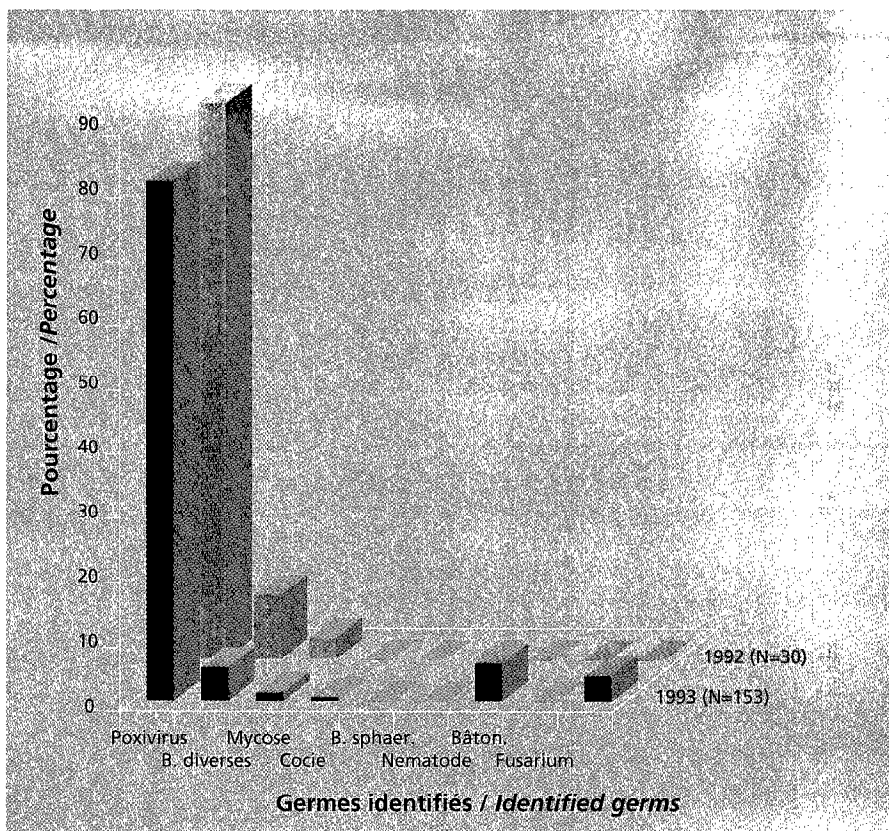
En 1993, 81 % de la population du *Scarabaeidae* prélevée sur Vanua Levu est atteinte par la virose et un taux identique est observé pour la première fois sur les larves récoltées sur l'île de Viti Levu (site de Waimaro). Il faut noter l'absence de la virose dans le site de Saweni.

Un à deux cas seulement de mycose à *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor., var. *anisopliae* (Hyphomycète) ont été notés sur l'île de Vanua Levu alors que ce champignon entomopathogène est couramment cité dans les enquêtes concernant *A. versutus* (Lefeuve et Decazy 1990 ; Beaudoin, 1992). Sur l'île de Viti Levu, 3 cas de mycose ont été observés en 1993.

Parmi la vingtaine de souches d'entomopoxvirus décrites dans la famille des *Scarabaeidae* (Glare et Crawford, 1992) figure déjà une souche isolée d'un autre *Rutelinae* : *Phyllopertha horticola* L. (Vago et al., 1969).

Aucune des études traitant des entomopoxvirus des *Scarabaeidae* ne mentionne le caractère épizootique qui a été observé sur ces îles. Sur le plan épidémiologique, les nouveaux sondages effectués en 1993 confirment la présence du poxvirus sur l'île





**Figure 2.** Enquête sanitaire Fidji Vanua Levu, population totale  
Phytosanitary survey on Vanua Levu in Fiji, total population

de Vanua Levu et révèlent la présence du virus, non isolé jusqu'alors, à l'est de l'île de Viti Levu.

### Vers un contrôle biologique d'*A. versutus*

Ces résultats suggèrent que le poxvirus observé en 1992 chez les larves d'*Adoretus versutus*, sur l'île de Vanua Levu, a probablement colonisé rapidement l'est de l'île de Viti Levu, et qu'il pourrait toucher rapidement l'ouest de l'île, encore dépourvue du pathogène.

Si la progression de cet agent de mortalité est aussi rapide que ce que l'on peut supposer, il doit être un agent de lutte biologique particulièrement efficace pour réguler naturellement les populations du ravageur dans les îles Fidji.

Il serait alors intéressant d'introduire le virus dans d'autres îles du Pacifique Sud où sévit *A. versutus* et de suivre le temps d'installation de la maladie dans les populations larvaires du ravageur. En France, Hurpin et Robert (1977) ont, par cette méthode, créé de nouveaux foyers de l'entomopoxvirus de *Melolontha melolontha* L. (Coleoptera, Scarabaeidae), et ont observé, l'année suivant le traitement, jusqu'à 20 % de malades dans la population larvaire, et le maintien de la virose à ce même niveau pendant deux cycles triennaux.

Le cycle d'*A. versutus* étant court, à raison de 2 générations par année, les probabilités de succès d'une application biologique de ce poxviridae devraient être encore plus élevées que celles obtenues lors de l'expérience tentée avec *M. melolontha* en France.

### Bibliographie / References

- Anon (1968) *Adoretus versutus* Har. CAB International Institute of Entomology. Distribution maps of pests. Series A. Map °247, 2 p.
- Beaudoin L. (1992) Feasibility study into the biological control of the rose beetle *Adoretus versutus* Harold within South Pacific. CIRAD-IRCC/Ministère de l'agriculture, de l'élevage, des forêts et des pêches (Vanuatu). A component of Project ° 5 : Biological control of taro beetles in the South Pacific, septembre 1991-septembre 1992, 86 p.
- Entwistle P.F. (1972) *Pests of cocoa*. Longman, Tropical Science Series (London), p. 531-533.
- Glare T.R., Crawford A.M. (1992) Viral disease of Scarabs. In : *Use of pathogens in Scarab pest management*, T.R. Glare and T.A. Jackson Ed., Intercept (Andover, Hampshire), p.21-32.
- Greenwood W. (1929) The food-plants or hosts of some Fijian insects. Part III. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.* 54 (4) : 344-352.
- Greenwood W. (1940) The food-plants or hosts of some Fijian insects. Part IV. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.* 65 (3/4) : 211-218.
- Hurpin B., Robert P. (1977) Effets en population naturelle de *Melolontha melolontha* (Col. : Scarabaeidae) d'une introduction de *Rickettsiella melolonthae* et de *Entomopoxvirus melolonthae*. *Entomophaga* 22 : 85-91.
- Lefeuve P., Decazy B. (1990) Mission d'élaboration d'un programme de recherche sur *Adoretus versutus* Har. («Rose beetle»), coléoptère ravageur du cacaoyer dans le Pacifique Sud. CIRAD-IRCC/Ministère de l'agriculture (Vanuatu), 23 p.
- Lever R.J.A.W. (1945) Entomological notes. *Fiji Agric. J.* 16 (8-11) : 98-103.
- Penney A. (1992) Rose beetle biological control project. Agrar und Hydro Technik GmbH (Essen), 39 p.
- Swaine G. (1971) Cocoa. Rose beetle, *Adoretus versutus* (Rutelidae). In : *Agricultural zoology in Fiji*. Foreign and Commonwealth Office Overseas Development Administration (London), Overseas Research Publication 18 : 70.
- Vago C., Robert P., Amargier A., Duthoit J.L. (1969) Nouvelle virose à sphéroïdes et à fuseaux observée chez le coléoptère *Phyllopertha horticola* L. *Mikroskopie* 25 : 378-386.
- Veitch R. (1919) Notes on the more important insects in sugar-cane plantations in Fiji. *Bull. Entomol. Res.* 10 (1) : 21-39.
- Veitch R., Greenwood W. (1924) The food plants or hosts of some Fijian insects. Part II. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.* 49 (2) : 153-161.
- Waterhouse D.F., Norris K.R. (1987) Biological control. Pacific Prospects. Inkata Press (Melbourne), 454 p.

# Adoretus versutus control using an entomopoxvirus in Fiji

Beaudoin L.<sup>1</sup>, Robert P.<sup>2</sup>, Lal S.N.<sup>3</sup>, Decazy B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIRAD-CP, avenue du Val de Montferand, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

<sup>2</sup>INRA, station de recherches de l'Unité biologique, La Minière, 78285 Guyancourt Cedex, France

<sup>3</sup>Ministry of Primary Industries, Forestry and Cooperatives, Koronivia Research Station, PO Box 77, Nausori, Republic of Fiji

Fiji is a volcanic archipelago in the South Pacific; the largest two islands, Viti Levu and Vanua Levu, represent 87% of the total area of the country (map). The mostly agricultural economy (85% of exports and 47% of jobs in 1988) depends heavily on sugar exports.

Cocoa (*Theobroma cacao*) seems to be a secondary crop, playing a role in agricultural diversification and providing income for smallholders. In line with the development objectives of the Fijian Government, the European Union has provided assistance for small-scale cocoa-based schemes.

Most cocoa producers are smallholders. According to the Fijian Ministry of Agriculture, Fisheries and Forestry, funds have been earmarked for the creation and rehabilitation of 2,000 ha of cocoa trees between 1993 and 1997, then 4,000 ha between 2003 and 2012 (Penney, 1992).

## The insect pest

*Adoretus versutus* Har. (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae) adults are leaf-eaters and can cause serious damage (photo 1):

- in cocoa nurseries and young plantings,
- on various crops (*Barringtonia edulis*, *Coffea* spp., *Dioscorea* sp., *Hibiscus manihot*),
- on ornamental plants (*Acalypha wilkesiana*, *Alphitonia zizyphoides*, *Bauhinia* sp., *Bougainvillea spectabilis*, *Hibiscus tiliaceus*, *Lagerstroemia indica*, *Poinciana regia*, *Pometia pinnata*, *Terminalia catappa*, *Zinnia elegans*), (Beaudoin, 1992; Swaine, 1971; Veitch, 1924; Greenwood, 1929, 1940).

In 1919, Veitch reported that the larvae attacked the buds of young sugarcane plants in Fiji.

The damage caused by this insect is distinctive, giving leaves a lacy appearance (photo 2).

The adults are 12 to 13 mm long and 6 mm wide (photo 3). They are nocturnal and mainly feed during the early hours of the night. At daybreak, they burrow 5-10 cm down into the soil, showing a preference for weed-infested areas.

The larvae are found in all types of soil (Veitch, 1919), where the biological cycle is

completed. In Fiji, the eggs hatch after around 7 days in February (Lever, 1945). Larva development (photo 4) takes more than 120 days and pupation lasts around 10 days (in March). The larvae feed off the roots and, to date, no serious damage has been attributed to them. The complete biological cycle is 140 to 190 days, leaving the way open for two generations per year (Entwistle, 1972). The insects are found all year round (Veitch, 1919).

*A. versutus* originates from India and Sri Lanka (Waterhouse and Norris, 1987). It has been found in Bangladesh, in the Chagos archipelago, Fiji, India, Java, Madagascar and neighbouring islands (but not in Africa), in Pakistan, Saint Helena, Western and American Samoa, Tonga and the Wallis islands (Anon, 1968).

The insect is suspected of having spread to Fiji in the 19th century (Entwistle, 1972). It has been seen in Vanuatu and the Futuna islands (Waterhouse and Norris, 1987) since 1982 and more recently in the Cook islands. To date, it has not been found in Papua New Guinea or the Solomon islands.

Damage caused by the insects feeding off adult cocoa trees in Fiji is negligible, but plants under 18 months old can be severely affected and killed (Entwistle, 1972).

A phytosanitary survey was carried out to isolate any *A. versutus* natural mortality agents. This article gives the results of surveys carried out on the main two islands in Fiji, Vanua Levu and Viti Levu. They were obtained one year apart, in 1992 and 1993.

## The virus: surveys and observations

The surveys involved sampling at five sites planted with cocoa. The samples were taken by digging the soil to a depth of 10 cm.

A sample of 21 third instar larvae was collected on Viti Levu in March 1992, from a grassy zone near a 4-year-old cocoa plantation at the Naduruloulou Research Station.

In March 1993, a sample was taken from the Saweni site (12 third instar larvae) and another from the Waimaro site (80 third instar larvae). The damage observed on cocoa seedlings and neighbouring ornamentals was considerable compared to that seen on adult cocoa trees at the plantation.

Two surveys were carried out on Vanua Levu, one in March 1992, the other in March 1993. During each survey, samples were taken from two sites 150 km apart. At Matasawelevu, 18 third instar larvae were collected in 1992 and 129 in 1993 from around a 4-year-old cocoa plantation covering 200 ha. Damage caused by *A. versutus* was observed on various plants around the plot of adult cocoa trees, and on around 6% of young cocoa trees nearby (severe damage). On the second site, at Kedra, 12 third instar larvae were collected in 1992 and 24 in 1993 from around a 50 ha plot of adult cocoa trees; only slight damage was seen on the very edge of the plot.

The collected *A. versutus* larvae were stored individually in a compartment of plastic boxes (4 x 5 compartments, 30 x 25 x 20 mm) containing soil and a slice of carrot for food, then sent to the INRA Biological Control Research Station at La Minière in 1992 and to the CIRAD laboratory in Montpellier in 1993 to be placed in quarantine, with a view to isolating various pathogens of the pest.

On receipt, the larvae were placed separately in 80 cm<sup>3</sup> (dia. 50 mm, depth 40 mm) closed cylindrical polystyrene boxes, two thirds filled with damp peat, kept at a temperature of 23-24 °C and a relative humidity of 70%. They were checked each week to observe the larvae and replenish with fresh carrot.

The number of perfect imagoes emerged was noted for each of the sites (Table 1).

Fatty tissue and haemolymph samples were taken from dying larvae. The microscope slides were stained with Loeffler methylene blue and examined under a light microscope.

## High mortality, an expanding epidemic

Some of the larvae collected in 1992 on Vanua Levu showed signs of a greyish-blue bloom, particularly on the pygidium, and were barely active, whereas the Viti Levu larvae fed normally, did not change colour and were active. In 1993, these symptoms were seen on larvae from both islands. Fatty tissue and haemolymph samples taken from dying larvae and examined under the electron microscope revealed a large number of tapered inclusions of various sizes, in



addition to ellipsoid inclusion bodies (photos 5A and B). These two types of elements are typical of certain *Poxviridae* of the *Scarabaeidae*.

As with *P. horticola*, on examination under the microscope, clumps of inclusion bodies and nucleus spindles were seen in *A. versutus*. In *A. versutus*, the inclusion bodies are ellipsoid and can measure up to  $20 \times 12 \mu\text{m}$  whereas in *P. horticola*, these bodies are rectangular with rounded corners, and measure up to  $25 \times 6 \mu\text{m}$ . For both these poxvirus strains, the size of the nucleus spindles ranges from a fraction of a micrometer to around  $10 \mu\text{m}$  in *A. versutus*; they are slightly smaller in *P. horticola*.

Pathological observations on the larvae, which were monitored for three months, are summarized in table 1 and figures 1 and 2. Although the analysis was carried out on small samples in 1992, a high death rate due to the viral disease (87% of the population) was seen in the larvae from Vanua Levu.

In 1993, 81% of the *Scarabaeidae* collected on Vanua Levu were affected by the viral disease and the same rate was observed for the first time in larvae collected on Viti Levu (Waimaro site). Absence of the viral disease at the Saweni site is worth noting.

Only one or two cases of mycosis due to *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor., var. *anisopliae* (Hyphomycete) were noted on Vanua Levu, whereas this entomopathogenic fungus has commonly been reported in surveys involving *A. versutus* (Lefeuve and Decazy 1990; Beaudoin, 1992). On Viti Levu, 3 mycosis cases were seen in 1993.

Of the twenty or so entomopoxvirus strains described in the *Scarabaeidae* family (Glare and Crawford, 1992) there is already a strain isolated from another *Rutelinae*: *Phyllopertha horticola* L. (Vago et al., 1969).

None of the studies on entomopoxviruses of *Scarabaeidae* mentions the epizootic nature observed on these islands. From an epidemiological point of view, fresh surveys carried out in 1993 confirmed the existence of the poxvirus on Vanua Levu and revealed the existence of the virus in the East of Viti Levu, where it had yet to be isolated.

#### Towards biological control of *A. versutus*

These results suggest that the poxvirus seen in *Adoretus versutus* larvae on Vanua Levu in 1992 has probably rapidly colonized the East of Viti

Levu, and could quickly spread to the West of the island, which is as yet pathogen-free.

If the pathogen spreads as quickly as expected, it would be a particularly effective biological control agent for natural regulation of the populations of this pest in Fiji.

It would then be worth introducing the virus on other South Pacific islands, where *A. versutus* is rife, and monitoring how long it takes for the disease to become established in the larva populations of this pest. In France, Hurpin and Robert (1977) created new foci of the *Melolontha melolontha* L. (*Coleoptera*, *Scarabaeidae*) entomopoxvirus using this method and saw up to a 20% disease rate in the larva population the year after treatment. The viral disease remained at the same level for two three-year cycles.

As the *A. versutus* cycle is short, with 2 generations per year, the chances of successful biological application of this *poxviridae* should be even better than in the experiment carried out with *M. melolontha* in France.

## Plantations

recherche, développement



recherche, développement

**Les chercheurs travaillent pour les planteurs, Plantations, recherche développement vous donne les résultats de leurs travaux**

Researchers are constantly working for growers *Plantations, Recherche, Développement* passes on the results of their work

Los investigadores trabajan para los plantadores *Plantations, recherche, développement* les da los resultados de sus trabajos



### ATELIERS DE CONSTRUCTION DE HERSTAL s.a.

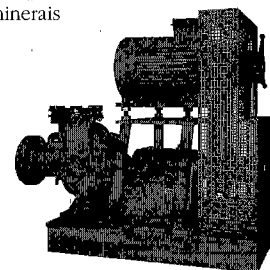
Pompes industrielles  
Installations électro-mécaniques  
Spécialiste du pompage des liquides chargés et abrasifs

#### FABRICATIONS

- pompes centrifuges horizontales et verticales
- pompes pour liquides chargés et abrasifs
- pompes submersibles pour puits profonds
- hydrocyclones

#### REFERENCES

- les huileries de palmes
- le transport hydrauliques et les lavoirs de minerais
- les cimenteries



Rue Hayeneux, 148 - B-4040 HERSTAL - BELGIQUE  
Tél : +32 41 64 08 40 - Fax : +32 41 64 08 48